

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-221989

(43)Date of publication of application : 12.08.1994

(51)Int.CI.

G01N 15/14  
G01N 15/02  
G01N 21/53

(21)Application number : 05-032817

(71)Applicant : RION CO LTD

(22)Date of filing : 27.01.1993

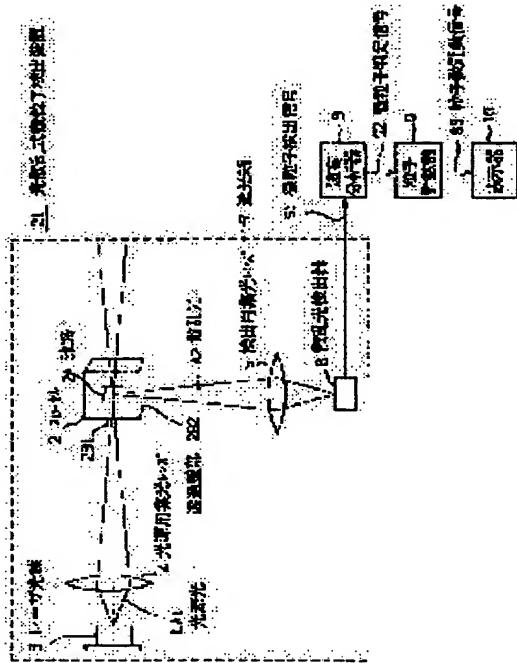
(72)Inventor : MOCHIJI HIDEAKI  
ABE TAKASHI

## (54) LIGHT-SCATTERING FINE-PARTICLE DETECTOR

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To improve particle detecting accuracy by stably operating a laser light source.

**CONSTITUTION:** Light-source light LA1 emitted from a laser light source 3 is cast into a flow cell 2 in this constitution. The position of the flow cell 2 is determined in the inclined attitude so that returned lights LA11 and LA12 are not returned into the laser light source 3. The output of the laser light source 3 can be stabilized so that the effects of the returning lights LA11 and LA12 caused by the reflection of the light source light LA1 having the relatively large energy are not received. Thus, the abnormal counting operation can be avoided.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.06.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 12.05.1998

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The trial fluid which penetrates the 1st transparency wall of a square tubed flow cell for the light source light by which outgoing radiation was carried out from the laser light source, and flows the passage of the above-mentioned flow cell is irradiated. Penetrate the 2nd transparency wall and incidence of the part scattered about in the direction of incidence of the above-mentioned light source light and the direction which intersects perpendicularly among the scattered lights therefore produced to the particle contained in the above-mentioned trial fluid is carried out to a scattered-light detector. When the particle detecting signal obtained from the above-mentioned scattered-light detector in a pulse-height analyzer exceeds predetermined reference level, a particle judging signal is generated. In the light-scattering type particle detection equipment which carries out counting of the number of the particles contained in the above-mentioned trial fluid by therefore carrying out counting of the above-mentioned particle judging signal to a particle counter Light-scattering type particle detection equipment characterized by positioning so that it may have whenever [ angle-of-inclination / from which the return light which produces the above-mentioned flow cell by the part reflected in the front face of the transparency wall of the above 1st among the above-mentioned light source light does not return to the above-mentioned laser light source ].

---

[Translation done.]



**\* NOTICES \***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

**[Industrial Application]** About light-scattering type particle detection equipment, especially this invention is applied, when detecting the particle in flow cell passage, and it is suitable.

**[0002]**

**[Description of the Prior Art]** As conventionally shown in drawing 6, passage 2A prepared in the square tubed flow cell 2 as light-scattering type particle detection equipment 1 in the flowing sample fluid. For example, semiconductor laser, When the light source light LA 1 by which outgoing radiation was carried out from the laser light source 3 which becomes by He Ne laser, argon laser, etc. is therefore irradiated at the condenser lens 4 for the light sources and the particle is contained in the sample fluid, What was made as [ detect / based on the particle detecting signal S1 obtained in the scattered-light detector 5 in this way / in the scattered-light detector 6 which becomes with a photodiode through the condenser lens 5 for detection, detect the scattered light obtained from the particle concerned, and / passage of a particle ] is used.

**[0003]** the particle number which the particle detecting signal S1 formed the particle judging signal S2 corresponding to the particle size of a particle by being taken out outside and carrying out pulse height analysis in a pulse-height analyzer 8 from the protection-from-light box 7 with which the optical system containing a flow cell 2 is contained, and carried out counting in the particle counter 9 based on the particle judging signal S2 concerned — counting — counting of a signal S3 — it is made as [ display / the contents / in a drop 10 ].

**[0004]** the particle which has the peak value mostly proportional to the particle size of the particle concerned when the particle is contained in the sample fluid which flows a flow cell 2 — counting — by generating a signal S1 When, as for a pulse-height analyzer 8, the particle detecting signal S1 exceeds each threshold level reference value as compared with the threshold level reference value of the magnitude corresponding to two or more particle size for the peak value, the particle judging signal S2 which becomes by the count pulse is sent out, and, thereby, a particle passes — \*\* — alike — the particle counter 9 — setting — counting for every particle size — it is made as [ operate / it ].

**[0005]** According to the light-scattering type particle equipment 1 of drawing 6, counting of the particle which passes a flow cell 2 can be carried out in this way, classifying for one or more particle size of every.

**[0006]**

**[Problem(s) to be Solved by the Invention]** In the conventional light-scattering type particle detection equipment 1 shown in drawing 6 By carrying out incidence of the light source light LA 1 from the direction which intersects perpendicularly with the front face SS 1 to one transparency wall 2B1 of the square tubed flow cell 2 While being made as [ irradiate / the medial axis concerned / from the direction which intersects perpendicularly with the medial axis of passage 2A / at \*\*\*\*\* flow \*\*\*\*\* / the light source light LA 1 ] the scattered light scattered about in the direction of incidence of the light source light LA 1, and the direction which intersects perpendicularly among the scattered lights from a particle — transparency wall 2B2 (transparency wall 2B1 is adjoined) of a flow cell 2 — a connoisseur — it is made as

[ make / outgoing radiation / carry out in the direction of the condenser lens 5 for intermediary detection ].

[0007] Incidentally, as shown in drawing 7, it sets to transparency wall 2B1 and 2B2 of a flow cell 2. The sense x of the outside surfaces SS1 and SS3 and y are in agreement with the directions X and Y of the optical axis of the light source light LA 1 and the scattered light LA 2. The flow cell 2 is positioned by the condition that outgoing radiation of the scattered light LA 2 is carried out in the direction which carries out incidence of the light source light LA 1 from the direction which intersects perpendicularly with an outside surface SS 1 in this way, and intersects perpendicularly with an outside surface SS 3.

[0008] Since it will cross so that both the light source light LA 1 which comes from the parenchyma top laser light source 3, and the scattered light LA 2 may intersect perpendicularly transparency wall 2B1 and 2B2 if it does in this way Refraction of the transmitted light can be made [ 1st ] as small as possible, and the amount of reflected lights in a wall surface can be made [ 2nd ] as small as possible. The advantage which can use light energy effectively is realizable by the ability making as small as possible the cross section of the flux of light which penetrates transparency wall 2B1 and 2B2 to the 3rd.

[0009] However, according to light-scattering type particle detection equipment 1 as shown in drawing 6, when the light source light LA 1 of comparatively big energy carries out incidence to transparency wall 2B1 of a flow cell 2 the outside surface SS 1 of transparency wall 2B1 concerned — and — or the internal surface by the side of passage 2A — for example, a contaminant and dirt — adhering — the strong reflected light — the condenser lens 4 for the light sources — a connoisseur, if it will be in the condition that it returns to the intermediary laser light source 5 By giving fluctuation suddenly to the output of a laser light source 3, when a phenomenon which fluctuates the optical reinforcement of the light source light LA 1 arises, there is a problem to which the particle judging signal S2 acquired from a pulse-height analyzer 8 becomes excessive unusually.

[0010] It is thought that this phenomenon is produced in the following reasons. That is, as drawing 7 and drawing 8 are expanded and shown, in case the light source light LA 1 which carries out incidence to transparency wall 2B1 of a flow cell 2 penetrates transparency wall 2B1, the part reflects in the outside surface SS 1 and the internal surface SS 2 by the side of passage 2A, and it returns to the optical axis of the condenser lens 4 for the light sources as return light LA11 and LA12 at the \*\*\*\*\* laser light source 3.

[0011] It becomes the cause which a contaminant and dirt adhere, for example to an outside surface SS 1 and an internal surface SS 2 although the effect which it has on the output of a laser light source 3 since it is minute in the condition usual in the quantity of light of these return light LA11 and LA12 is small, the quantity of light of the return light LA11 and LA12 is large, this affects a \*\*\*\*\* case at the property of a laser light source 3, and fluctuation of an output etc. mainly produces.

[0012] When fluctuation of such an output arises, there is a possibility of being in the condition that the threshold level reference level with which it riots among the signal wave forms of the particle detecting signal S1, and the wave part K1 is set up in the large intermediary pulse-height analyzer 8 in the experimental result as shown in drawing 10 is repeated and crossed. the particle which should be detected to passage 2A if it will be in such a condition — a connoisseur — when the intermediary scattered light LA 2 arises, it generates so that the noise pulse K2 may be overlapped on the particle judging signal S2 sent out from a pulse-height analyzer 8, and a result which this incorrect-counts in the particle counter 9 is brought.

[0013] This invention was made in consideration of the above point, and tends to propose the light-scattering type particle detection equipment it was made not to make generate the incorrect count based on such a return light.

[0014]

[Means for Solving the Problem] In order to solve this technical problem, it sets to this invention. The trial fluid which penetrates 1st transparency wall 2B1 of the square tubed flow cell 2 for the light source light LA 1 by which outgoing radiation was carried out from the laser light source 3, and flows passage 2A of a flow cell 2 is irradiated. Penetrate 2nd transparency wall 2B2 and

incidence of the part scattered about in the direction of incidence of the light source light LA 1 and the direction which intersects perpendicularly among the scattered lights therefore produced to the particle contained in a trial fluid is carried out to the scattered-light detector 6. When the particle detecting signal S1 obtained from the scattered-light detector 6 in a pulse-height analyzer 8 exceeds predetermined reference level, the particle judging signal S2 is generated. In the light-scattering type particle detection equipment 21 which carries out counting of the number of the particles contained in a trial fluid by therefore carrying out counting of this particle judging signal S2 to the particle counter 9 It has the positioned configuration so that it may have theta whenever [ angle-of-inclination / from which the return light which produces a flow cell 2 by the part reflected in the front face of transparency wall 2B1 of / 1st / the light source light LA 1 does not return to a laser light source 3 ].

[0015]

[Function] By having positioned the flow cell 2 in the condition of having theta whenever [ angle-of-inclination / from which the return light LA11 and LA12 produced by the part reflected in the front faces SS1 and SS2 of transparency wall 2B1 of / 1st / the light source light LA 1 does not return to a laser light source 3 ] When a laser light source 3 abolishes a possibility that output fluctuation may therefore arise in the return light LA11 and LA12 concerned A possibility that the noise pulse based on output fluctuation may mix in the particle detecting signal S1 obtained from the scattered-light detector 6 can be avoided effectively, and detection actuation of a particle can be stabilized much more in this way.

[0016]

[Example] About a drawing, one example of this invention is explained in full detail below.

[0017] In drawing 1 which attaches and shows the same sign to a corresponding point with drawing 6 – drawing 9 – drawing 3 The flow cell 2 of light-scattering type particle detection equipment 21 is compared with the case of drawing 6 – drawing 9 . It is positioned so that it may lean to sense which inclines in the direction in which the light source light LA 1, and the outside surface SS 1 and internal surface SS 2 of transparency wall 2B1 by the side of incidence do not cross at right angles. thereby — the return light LA 11 from the front face of an outside surface SS 1, and the return light LA 12 from an internal surface SS 2 — a condenser lens 4 — a connoisseur — it is made as [ return / to the intermediary laser light source 3 ].

[0018] Incidence is carried out to intermediary passage 2A. in the case of this example, a flow cell 2 is shown in drawing 2 — as — the light source light LA 1 from a laser light source 3 — the optical path on the X-axis — a connoisseur — While the physical relationship of a laser light source 3 and the scattered-light detector 6 is decided to the flow cell 2 so that incidence of the scattered lights LA 2 scattered on Y shaft orientations which intersect perpendicularly with the X-axis may be carried out to the scattered-light detector 6 arranged on the Y-axis A flow cell 2 is positioned in the location to which only angle-of-inclination theta (for example, theta= +10 degrees – 10 degrees) was leaned focusing on the Y-axis. The flow cell 2 is positioned so that only angle-of-inclination theta may incline [ the sense of incidence side transparency wall 2B1 of a flow cell 2 ] to the X-axis in which the laser light source 3 is formed in this way.

[0019] As the light-scattering type particle detection equipment 1 incidentally mentioned above about drawing 6 – drawing 9 is shown in drawing 7 , the flow cell 2 is positioned so that the trial fluid in passage 2A may flow to sense which is in agreement with the Z-axis which intersects perpendicularly with the X-axis and the Y-axis in which the laser light source 3 and the scattered-light detector 6 are arranged. Therefore, the sense x of each part of a flow cell 2, and y and z are positioned by sense which is in agreement with the X-axis, a Y-axis, and the Z-axis in the XYZ space where sense z which the center line of sense y and passage 2A of the sense x of the incidence side front face SS 1 of a flow cell 2 and the field SS 3 which the scattered light LA 2 injects extends expresses the physical relationship of the flow cell to a laser light source 3 and the scattered-light detector 6, respectively.

[0020] On the other hand, in the case of drawing 1 – drawing 3 , sense z of the sense x of the outside surface SS 1 in which the light source light LA 1 carries out incidence, and the center line of passage 2A is positioned by the condition that only angle-of-inclination theta inclines to the X-axis and the Z-axis, respectively, to the sense x of the outside surface SS 3 in which the

scattered light LA 2 carries out outgoing radiation being in agreement with a Y-axis.

[0021] the return light LA11 and LA12 reflected from plane of incidence SS 1 and the medial surface SS 2 by the side of passage 2A when the light source light LA 1 which carried out outgoing radiation from the laser light source 3 carried out incidence to the outside surface SS 1 by the side of the incidence of a flow cell 2 in the above configuration, as shown in drawing 3 — the condenser lens 4 for the light sources — a connoisseur — it goes on and goes in the direction which does not return the optical path which results in the intermediary laser light source 3.

[0022] Therefore, a laser light source 3 can be prevented from making the return light LA11 and LA12 concerned produce the output fluctuation produced in a \*\*\*\*\* case.

[0023] The condition that the reference level beforehand set up in the pulse-height analyzer 8 is repeated and crossed stops arising, and the pulse shape based on output fluctuation stops superimposing the wave part K11 on the particle judging signal S2 in this way by no longer acquiring the condition that it becomes high unusually by the particle detecting signal S1 obtained from the scattered-light detector 6 as according to the experiment it is made to correspond to drawing 10 and is shown in drawing 4 rioting.

[0024] As a result, according to the configuration of drawing 1 – drawing 3 , even if a contaminant and dirt adhere to the outside surface SS 1 by the side of the incidence of transparency wall 2B1 in which the light source light LA 1 carries out incidence even if, and the internal surface SS 2 by the side of passage 2A suddenly, a possibility that an incorrect count may arise by this can be avoided effectively.

[0025] Drawing 5 and drawing 11 are what shows the measurement result of a particle when a long time carries out between test employment of the light-scattering type particle detection equipment 1 of a configuration of not inclining the flow cell 2 as shown in the light-scattering type particle detection equipment 21 of a configuration of having inclined the flow cell 2 as shown in drawing 1 – drawing 3 and drawing 6 – drawing 9 . counting unusual only on the curve K31 which expresses the detection result of the particle of the particle size of 0.1 [μm] in the case of drawing 1111 — the pulse-like wave section showing a result arose — receiving — such [ in the case of drawing 5 ] unusual counting — a wave which expresses a condition is acquired — having — inside \*\*\*.

[0026] Therefore, according to the configuration of drawing 1 which was able to obtain the measurement result of drawing 5 – drawing 3 , it has checked that it was effectively avoidable to produce output fluctuation therefore in the return light LA11 and LA12 at a laser light source 3.

[0027] The particle [ minor diameter incidentally in the case of drawing 11 ], namely, — Since the particle detecting signal S1 which crosses the comparatively low reference level set as the pulse-height analyzer 8 in order to measure the particle of 0.1 [μm] and which riots and has the wave section K1 ( drawing 10 ) arose suddenly As opposed to the unusual pulse K2 ( drawing 10 ) having arisen to the particle judging signal S2 0.15 [μm] The particle size which should be measured reaches. Since [ being unusual ] the reference level value is high like 0.2 [μm] when large, it riots and the effect of the wave section K1 becomes small relatively, the unusual pulse K2 arises to the particle judging signal S2, and it is considered an inside \*\*\*\* thing.

[0028] Therefore, it can be estimated that that a measurement result like drawing 5 was obtained could prevent output fluctuation of a laser light source 3 effectively by having constituted so that the return light LA11 and LA12 might not return to a laser light source 3 through the condenser lens 4 for the light sources by having leaned the flow cell 2 as shown in drawing 1 – drawing 3 .

[0029] Moreover, by having selected theta in the range of +10 degrees – -10 degrees of angles of inclination in the case of the above-mentioned example Effectiveness which can be acquired in the conventional light-scattering type particle detection equipment 1 mentioned above about drawing 6 – drawing 9 (namely, refraction of the transmitted light can be made [ 1st ] as small as possible) The effectiveness which makes [ 2nd ] the amount of reflected lights in a wall surface as small as possible, and can make as small as possible the cross section of the flux of light which penetrates a transparency wall to the 3rd can be acquired similarly.

[0030] In addition, although the case where only angle-of-inclination theta leaned a flow cell 2 to

the surroundings of the Y-axis which arranged the scattered-light detector 6 was described in the above-mentioned example as mentioned above about drawing 2 How to lean a flow cell 2 can use not only this but various approaches. To sense from which the return light LA11 and LA12 from the outside surface SS 1 concerned and the internal surface of passage 2A does not return to a laser light source 3 in case the light source light LA 1 by which outgoing radiation was carried out from the laser light source 3 in short carries out incidence to the incidence side outside surface SS 1 of a flow cell 2, the front face SS 1 of transparency wall surface 2B1 by the side of the incidence concerned And that what is necessary is just to make it SS2 incline, if it does in this way, the same effectiveness as an above-mentioned case can be acquired.

[0031]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to this invention, it can avoid producing output fluctuation in a laser light source by having leaned the flow cell so that the return light from the flow cell produced based on light source light with fully large energy may not return to a laser light source, and the light-scattering type particle detection equipment which can make detection actuation of an in this way more stable particle can be realized easily.

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-221989

(43)公開日 平成6年(1994)8月12日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 1 N 15/14  
15/02  
21/53

識別記号 庁内整理番号  
P 6928-2 J  
A 6928-2 J  
Z 7370-2 J

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1 FD (全9頁)

(21)出願番号

特願平5-32817

(22)出願日

平成5年(1993)1月27日

(71)出願人 000115636

リオン株式会社

東京都国分寺市東元町3丁目20番41号

(72)発明者 持地 秀明

東京都国分寺市東元町3丁目20番41号リオン株式会社内

(72)発明者 阿部 孝

東京都国分寺市東元町3丁目20番41号リオン株式会社内

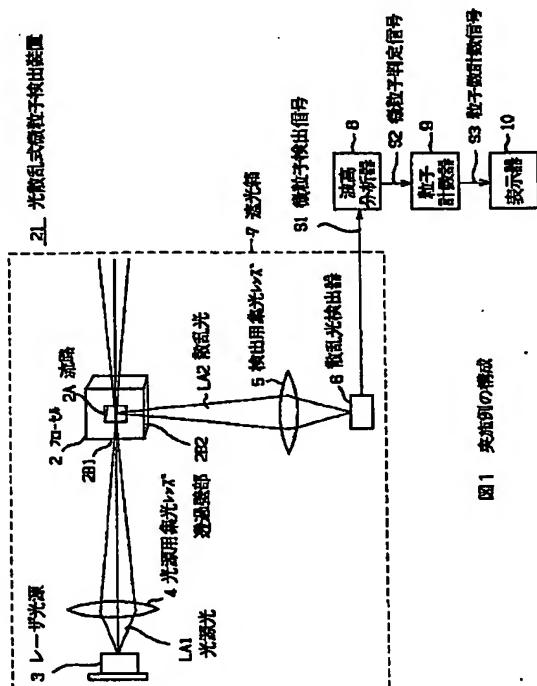
(74)代理人 弁理士 田辺 恵基

(54)【発明の名称】 光散乱式微粒子検出装置

(57)【要約】

【目的】レーザ光源を安定動作させることにより粒子検出精度を向上させる。

【構成】レーザ光源3から出射する光源光LA1をフローセル2に入射させる構成として、戻り光LA11及びLA12がレーザ光源3に戻らないようにフローセル2を傾けるように位置決めする。かくして比較的大きい光エネルギーを有する光源光LA1が反射することにより生ずる戻り光LA11及びLA12の影響を受けないようにレーザ光源3の出力を安定化することができることにより、異常カウント動作をさせないようにできる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ光源から出射された光源光を四角筒状のフローセルの第1の透過壁部を透過して上記フローセルの流路を流れる試験流体に照射し、上記試験流体に含まれる微粒子によつて生ずる散乱光のうち上記光源光の入射方向と直交する方向に散乱した部分を第2の透過壁部を透過して散乱光検出器に入射し、波高分析器において上記散乱光検出器から得られる微粒子検出信号が所定の基準レベルを超えたとき微粒子判定信号を発生し、上記微粒子判定信号を粒子計数器によつて計数することにより上記試験流体に含まれる微粒子の数を計数する光散乱式微粒子検出装置において、  
上記フローセルを、上記光源光のうち上記第1の透過壁部の表面において反射された部分により生ずる戻り光が上記レーザ光源に戻らないような傾き角度をもつよう  
に、位置決めしたことを特徴とする光散乱式微粒子検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は光散乱式微粒子検出装置に関し、特にフローセル流路内の微粒子を検出する場合に適用して好適なものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、光散乱式微粒子検出装置1として、図6に示すように、四角筒状のフローセル2に設けられた流路2Aを流れる試験流体に例えば半導体レーザ、ヘリウムネオンレーザ、アルゴンレーザ等であるレーザ光源3から出射された光源光LA1を光源用集光レンズ4によつて照射し、試験流体に微粒子が含まれているとき、当該微粒子から得られる散乱光を検出用集光レンズ5を通じてフォトダイオードでなる散乱光検出器6において検出し、かくして散乱光検出器5において得られる微粒子検出信号S1に基づいて微粒子の通過を検出するようになされたものが用いられている。

【0003】 微粒子検出信号S1はフローセル2を含む光学系が収納されている遮光箱7から外部に取り出され、波高分析器8において波高分析することにより微粒子の粒径に対応する微粒子判定信号S2を形成し、当該微粒子判定信号S2に基づいて粒子計数器9において計数した粒子数計数信号S3の計数内容を表示器10において表示するようになされている。

【0004】 フローセル2を流れる試験流体に微粒子が含まれているとき、当該微粒子の粒径にほぼ比例した波高値を有する微粒子計数信号S1を発生することにより、波高分析器8はその波高値を複数の粒径に対応する大きさのスレショルド基準値と比較し、微粒子検出信号S1が各スレショルド基準値を超えたとき、カウントパルスでなる微粒子判定信号S2を送出し、これにより微粒子が通過するごとに微粒子計数器9において各粒径ごとの計数動作をなし得るようになされている。

【0005】 かくして図6の光散乱式微粒子装置1によれば、フローセル2を通過する微粒子を、1つ又は複数の粒径ごとに分類しながら計数することができる。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 図6に示す従来の光散乱式微粒子検出装置1においては、四角筒状のフローセル2の1つの透過壁部2B1に対して、その表面SS1と直交する方向から光源光LA1を入射させることにより、流路2Aの中心軸と直交する方向から当該中心軸に沿つて流れる微粒子に光源光LA1を照射するようになされていると共に、微粒子からの散乱光のうち、光源光LA1の入射方向と直交する方向に散乱した散乱光をフローセル2の透過壁部2B2（透過壁部2B1と隣接している）を通つて検出用集光レンズ5の方向に出射させようになされている。

【0007】 因に、図7に示すように、フローセル2の透過壁部2B1及び2B2において、その外表面SS1及びSS3の向きx及びyは光源光LA1及び散乱光LA2の光軸の方向X及びYと一致し、フローセル2はこのように外表面SS1と直交する方向から光源光LA1を入射しかつ外表面SS3と直交する方向に散乱光LA2を出射するような状態に位置決めされている。

【0008】 このようにすれば、実質上レーザ光源3から到来する光源光LA1及び散乱光LA2が共に透過壁部2B1及び2B2を直交するように横切ることになるので、第1に透過光の屈折ができるだけ小さくでき、第2に壁面における反射光量ができるだけ小さくでき、第3に透過壁部2B1及び2B2を透過する光束の断面積ができるだけ小さくできることにより光エネルギーを有效地に利用することができるようない点を実現できる。

【0009】 しかしながら図6に示すような光散乱式微粒子検出装置1によると、比較的大きなエネルギーの光源光LA1がフローセル2の透過壁部2B1に入射することにより、当該透過壁部2B1の外表面SS1及び又は流路2A側の内表面に例えばごみや汚れが付着して強い反射光が光源用集光レンズ4を通つてレーザ光源5に戻るような状態になると、突発的にレーザ光源3の出力に変動を与えることにより光源光LA1の光強度を変動させるような現象が生じることにより、波高分析器8から得られる微粒子判定信号S2が異常に過大になる問題がある。

【0010】 この現象は次のような理由で生ずると考えられる。すなわちフローセル2の透過壁部2B1に入射する光源光LA1は、図7及び図8において拡大して示すように、透過壁部2B1を透過する際に、その外表面SS1及び流路2A側の内表面SS2においてその一部が反射して戻り光LA11及びLA12として光源用集光レンズ4の光軸に沿つてレーザ光源3に戻る。

【0011】 この戻り光LA11及びLA12の光量は通常の状態では微小であるので、レーザ光源3の出力に

与える影響が小さいが、例えば外表面SS1及び内表面SS2にごみや汚れが付着して戻り光LA11及びLA12の光量が大きくなつた場合には、これがレーザ光源3の特性に影響を与え、主として出力の変動等が生ずる原因になる。

【0012】このような出力の変動が生ずると、実験結果を図10に示すように、微粒子検出信号S1の信号波形のうちあはれ波形部分K1が大きくなつて波高分析器8内に設定されているスレシヨルド基準レベルを繰返し横切るような状態になるおそれがある。このような状態になると、流路2Aに検出すべき微粒子が通つて散乱光LA2が生じたとき、波高分析器8から送出される微粒子判定信号S2に雑音パルスK2が重畠するように発生し、これが粒子計数器9において誤カウントされる結果になる。

【0013】本発明は以上の点を考慮してなされたもので、このような戻り光に基づく誤カウントを発生させないようにした光散乱式微粒子検出装置を提案しようとするものである。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため本発明においては、レーザ光源3から出射された光源光LA1を四角筒状のフローセル2の第1の透過壁部2B1を透過してフローセル2の流路2Aを流れる試験流体に照射し、試験流体に含まれる微粒子によつて生ずる散乱光のうち光源光LA1の入射方向と直交する方向に散乱した部分を第2の透過壁部2B2を透過して散乱光検出器6に入射し、波高分析器8において散乱光検出器6から得られる微粒子検出信号S1が所定の基準レベルを超えたとき微粒子判定信号S2を発生し、この微粒子判定信号S2を粒子計数器9によつて計数することにより試験流体に含まれる微粒子の数を計数する光散乱式微粒子検出装置21において、フローセル2を、光源光LA1のうち第1の透過壁部2B1の表面において反射された部分により生ずる戻り光LA11及びLA12がレーザ光源3に戻らないような傾き角度θをもつ状態にフローセル2を位置決めするようにしたことにより、レーザ光源3が当該戻り光LA11及びLA12によつて出力変動が生ずるおそれなくすことにより、散乱光検出器6から得られる微粒子検出信号S1に出力変動に基づく雑音パルスが混入するおそれを有効に回避し得、かくして微粒子の検出動作を一段と安定化し得る。

#### 【0015】

【作用】光源光LA1のうち第1の透過壁部2B1の表面SS1、SS2において反射された部分により生ずる戻り光LA11及びLA12がレーザ光源3に戻らないような傾き角度θをもつ状態にフローセル2を位置決めするようにしたことにより、レーザ光源3が当該戻り光LA11及びLA12によつて出力変動が生ずるおそれなくすことにより、散乱光検出器6から得られる微粒子検出信号S1に出力変動に基づく雑音パルスが混入するおそれを有効に回避し得、かくして微粒子の検出動作を一段と安定化し得る。

#### 【0016】

【実施例】以下図面について、本発明の一実施例を詳述

する。

【0017】図6～図9との対応部分に同一符号を付して示す図1～図3において、光散乱式微粒子検出装置21のフローセル2は図6～図9の場合と比較して、入射側の透過壁部2B1の外表面SS1及び内表面SS2が光源光LA1と直交しない方向に傾斜するような向きに傾けるように位置決めされ、これにより外表面SS1の表面からの戻り光LA11及び内表面SS2からの戻り光LA12が集光レンズ4を通つてレーザ光源3に戻らないようになされている。

【0018】この実施例の場合フローセル2は、図2に示すように、レーザ光源3からの光源光LA1がX軸上の光路を通つて流路2Aに入射し、X軸と直交するY軸方向に散乱した散乱光LA2をY軸上に配設された散乱光検出器6に入射させるようにフローセル2に対してレーザ光源3及び散乱光検出器6の位置関係が決められていると共に、フローセル2はY軸を中心として傾き角θ（例えはθ=+10°～-10°）だけ傾けた位置に位置決めされ、かくしてフローセル2の入射側透過壁部2B1の向きがレーザ光源3が設けられているX軸に対して傾き角θだけ傾くようにフローセル2が位置決めされている。

【0019】因に図6～図9について上述した光散乱式微粒子検出装置1は、図7に示すように、レーザ光源3及び散乱光検出器6が配設されているX軸及びY軸に直交するZ軸と一致するような向きに流路2A内の試験流体が流れるようにフローセル2が位置決めされている。従つてフローセル2の入射側表面SS1の向きxと、散乱光LA2が射出する面SS3の向きyと、流路2Aの中心線が延長する向きzとは、レーザ光源3及び散乱光検出器6に対するフローセルの位置関係を表すXYZ空間においてX軸、Y軸及びZ軸とそれぞれ一致するような向きにフローセル2の各部の向きx、y及びzが位置決めされている。

【0020】これに対して図1～図3の場合は、散乱光LA2が射出する外表面SS3の向きxがY軸と一致するのに対して、光源光LA1が入射する外表面SS1の向きx及び流路2Aの中心線の向きzがそれぞれX軸及びZ軸に対して傾き角θだけ傾くような状態に位置決めされている。

【0021】以上の構成において、図3に示すように、レーザ光源3から出射した光源光LA1がフローセル2の入射側の外表面SS1に入射したとき、入射面SS1及び流路2A側の内側面SS2から反射した戻り光LA11及びLA12は光源用集光レンズ4を通つてレーザ光源3に至る光路を戻らない方向に進行していく。

【0022】従つてレーザ光源3は当該戻り光LA11及びLA12に戻つた場合に生ずる出力変動を生じさせないようにできる。

【0023】実験によれば、図10に対応させて図4に

示すように、散乱光検出器6から得られる微粒子検出信号S1のあばれ波形部分K11は異常に高くなるような状態が得られなくなることにより、波高分析器8において予め設定された基準レベルを繰返し横切るような状態が生じなくなり、かくして微粒子判定信号S2に出力変動に基づくパルス波形が重畠しなくなる。

【0024】この結果図1～図3の構成によれば、たとえ光源光LA1が入射する透過壁部2B1の入射側の外表面SS1及び流路2A側の内表面SS2にごみや汚れが突発的に付着しても、これにより誤カウントが生ずるそれを有効に回避し得る。

【0025】図5及び図11は、図1～図3に示すようにフローセル2を傾かせた構成の光散乱式微粒子検出装置21及び図6～図9に示すようにフローセル2を傾かせていない構成の光散乱式微粒子検出装置1を長時間の間試験運用した場合の粒子の測定結果を示すもので、図11の場合には、0.1[μm]の粒径の微粒子の検出結果を表す曲線K31だけに異常な計数結果を表すパルス状波形部が生じたのに対して、図5の場合には、このような異常な計数状態を表すような波形は得られなかつた。

【0026】従つて図5の測定結果を得ることができた図1～図3の構成によれば、戻り光LA11及びLA12によつてレーザ光源3に出力変動を生ずることを有効に回避できたことが確認できた。

【0027】因に図11の場合には、最も小径な微粒子、すなわち0.1[μm]の微粒子を測定するために波高分析器8に設定されている比較的低い基準レベルを横切るようなあばれ波形部K1(図10)を有する微粒子検出信号S1が突発的に生じたために異常なパルスK2(図10)が微粒子判定信号S2に生じたのに対して、測定すべき粒径が0.15[μm]及び0.2[μm]のように大きい場合には基準レベル値が高いので異常なあばれ波形部K1の影響が相対的に小さくなるために、微粒子判定信号S2に異常なパルスK2が生じなかつたものと考えられる。

【0028】従つて図5のような測定結果が得られたことは、図1～図3に示すようにフローセル2を傾けたことにより戻り光LA11及びLA12が光源用集光レンズ4を通してレーザ光源3に戻らないように構成したことにより、レーザ光源3の出力変動を有效地に防止し得たと評価できる。

【0029】また上述の実施例の場合傾き角θを+10°～-10°の範囲に選定したことにより、図6～図9について上述した従来の光散乱式微粒子検出装置1において得ることができる効果(すなわち第1に透過光の屈折ができるだけ小さくでき、第2に壁面における反射光量ができるだけ小さくでき、第3に透過壁部を透過する光束

の断面積をできるだけ小さくできるような効果)を、同じように得ることができる。

【0030】なお上述の実施例においては、図2について上述したように、散乱光検出器6を配設したY軸のまわりにフローセル2を傾き角θだけ傾けるようにした場合について述べたが、フローセル2の傾け方はこれに限らず種々の方法を用いることができ、要はレーザ光源3から出射された光源光LA1がフローセル2の入射側外表面SS1に入射する際に当該外表面SS1及び流路2Aの内表面からの戻り光LA11及びLA12がレーザ光源3に戻らないような向きに当該入射側の透過壁面2B1の表面SS1及びSS2が傾くようにすれば良く、このようにすれば上述の場合と同様の効果を得ることができる。

#### 【0031】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、十分にエネルギーが大きい光源光に基づいて生ずるフローセルからの戻り光がレーザ光源に戻らないようにフローセルを傾けるようにしたことにより、レーザ光源において出力変動を生じさせないようにでき、かくして一段と安定な微粒子の検出動作をなし得る光散乱式微粒子検出装置を容易に実現できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による光散乱式微粒子検出装置を示す略線的系統図である。

【図2】図1のフローセルの位置決め状態を示す斜視図である。

【図3】図1の戻り光の光路を示す略線的系統図である。

【図4】図1の微粒子検出信号及び微粒子判定信号の実験結果を示す信号波形図である。

【図5】図1の運用試験結果を示す信号波形図である。

【図6】従来の光散乱式微粒子検出装置を示す略線的系統図である。

【図7】フローセルの位置決め状態を示す斜視図である。

【図8】戻り光の光路を示す略線図である。

【図9】図8の部分的拡大図である。

【図10】図6の微粒子検出信号及び微粒子判定信号を示す信号波形図である。

【図11】図6の運用試験結果を示す信号波形図である。

#### 【符号の説明】

1、21……光散乱式微粒子検出装置、2……フローセル、2A……流路、2B1、2B2……透過壁部、3……レーザ光源、4……光源用集光レンズ、5……検出用集光レンズ、6……散乱光検出器、8……波高分析器、9……粒子計数器、10……表示器。

【図1】

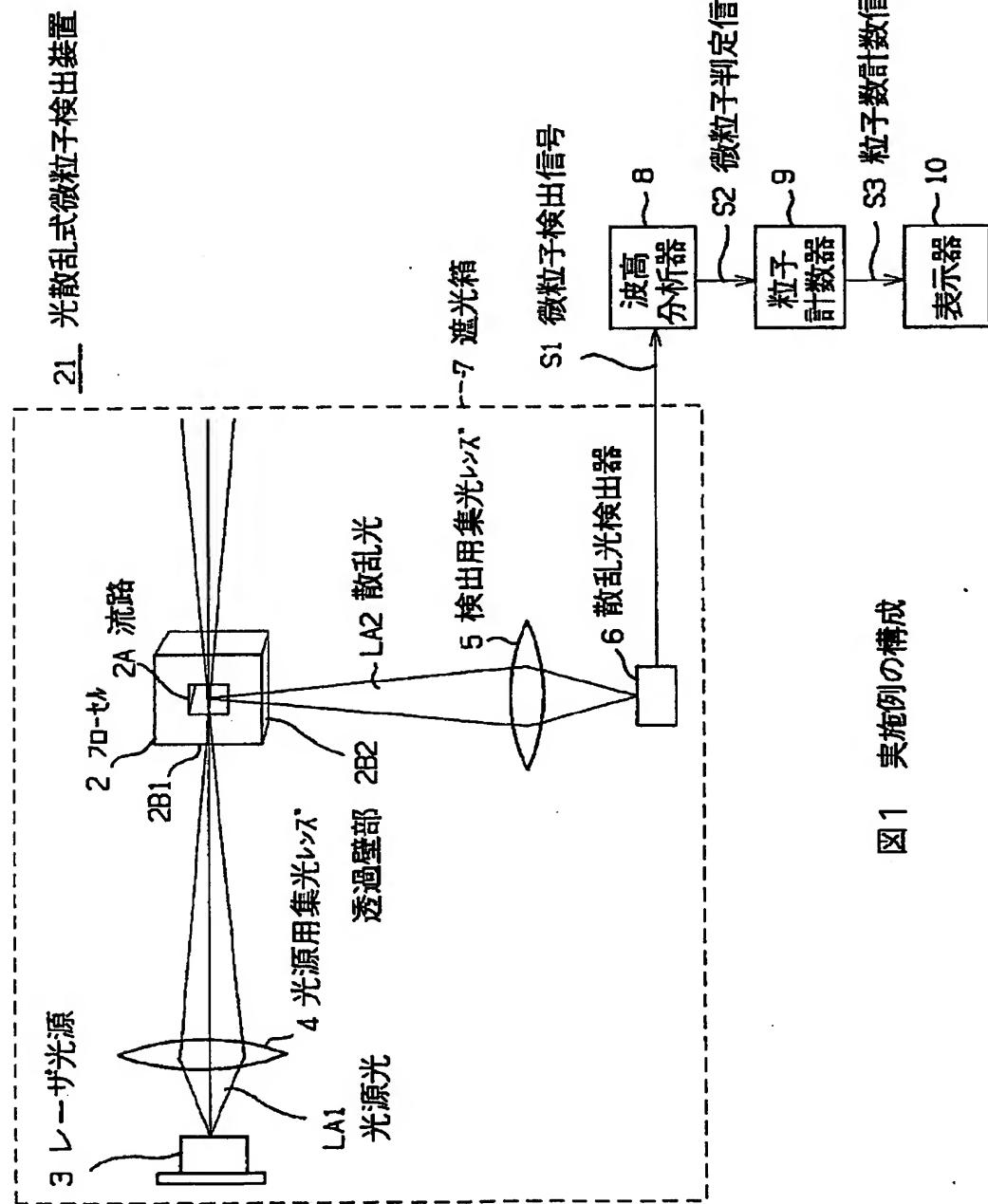


図1 実施例の構成

【図2】

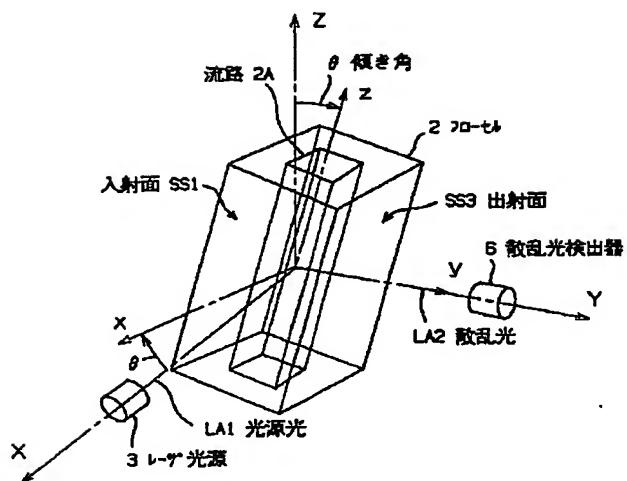


図2 フローセルの位置決め

【図3】

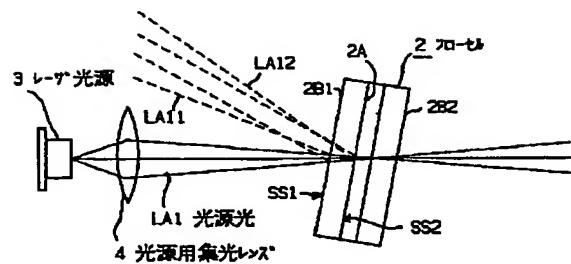


図3 戻り光の光路

【図8】

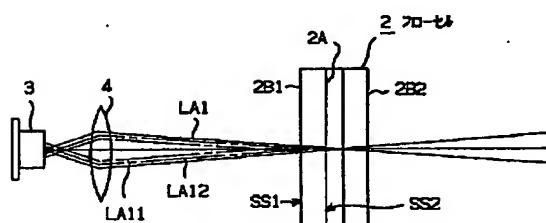


図8 従来の戻り光の光路

【図4】

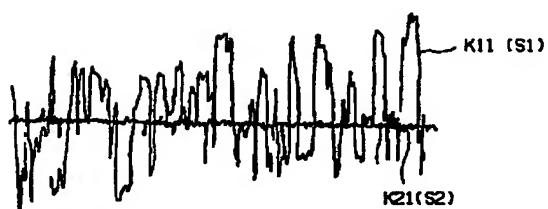


図4 実験の結果

【図9】

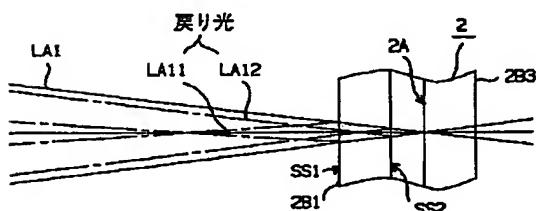


図9 図8の拡大

【図7】

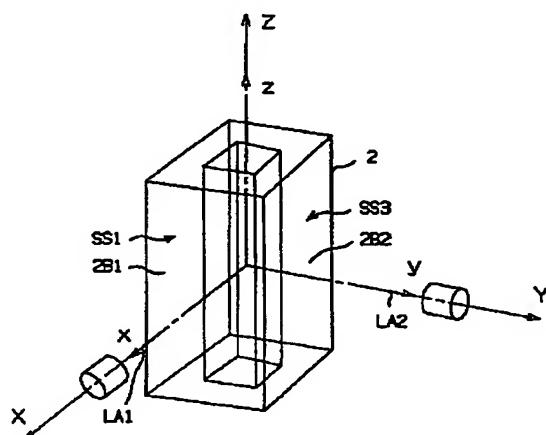


図7 従来のフローセルの位置決め

【図5】

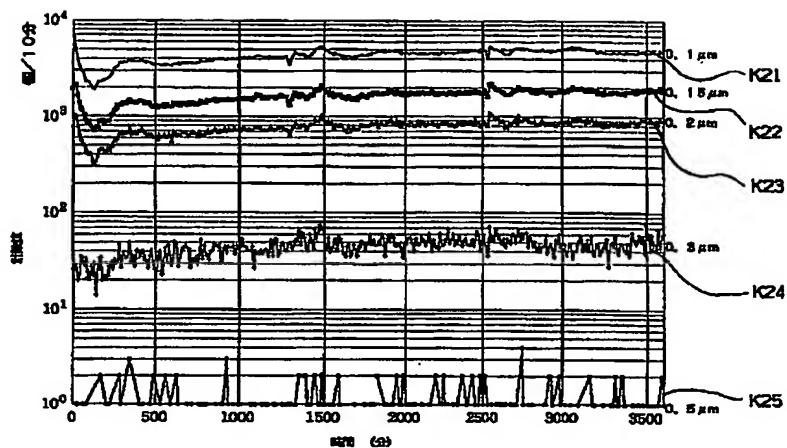


図5 実施例の動作例

【図10】

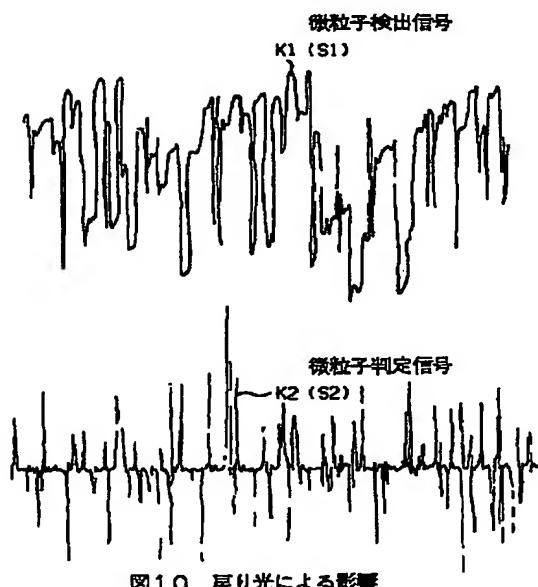


図10 戻り光による影響

【図6】

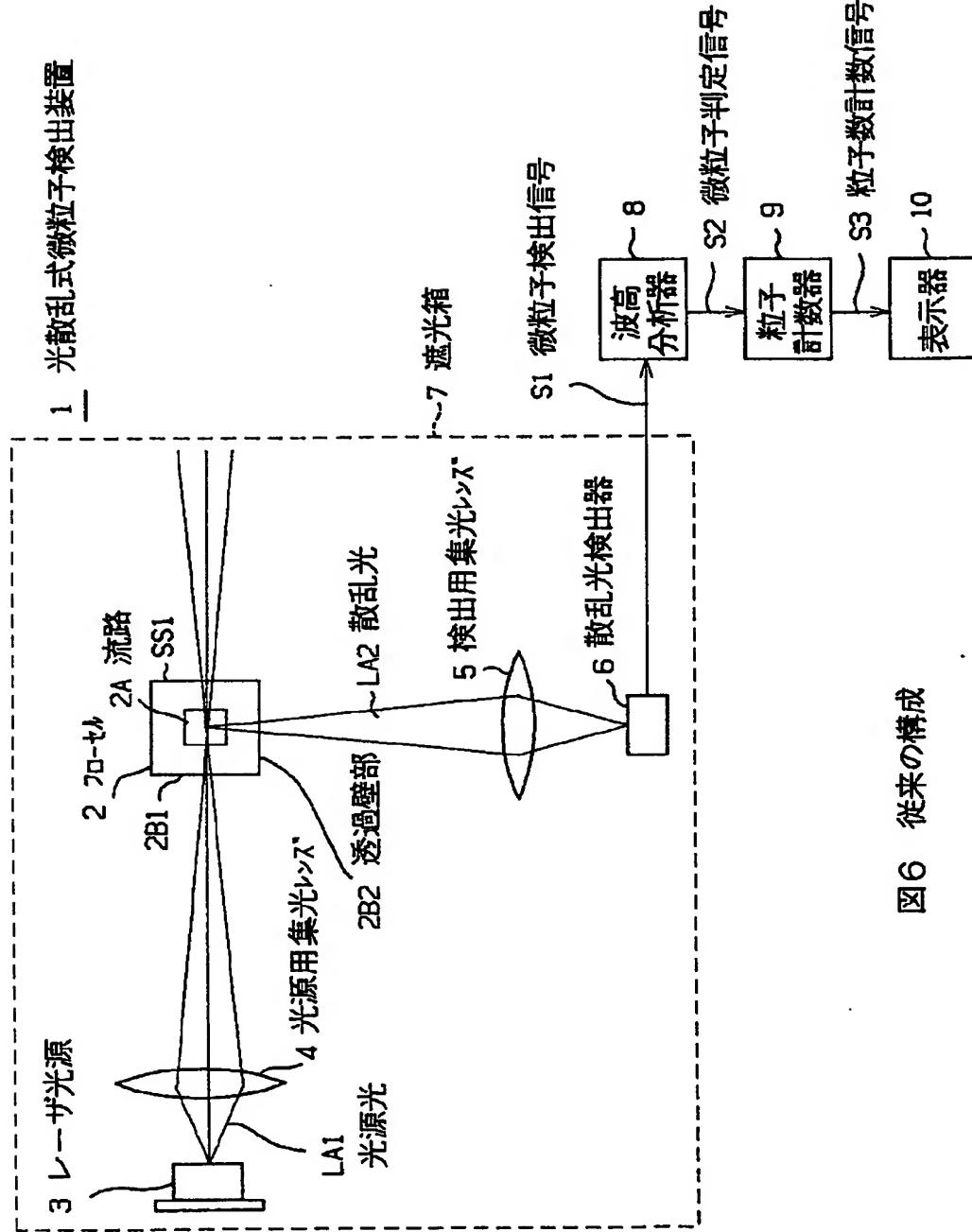
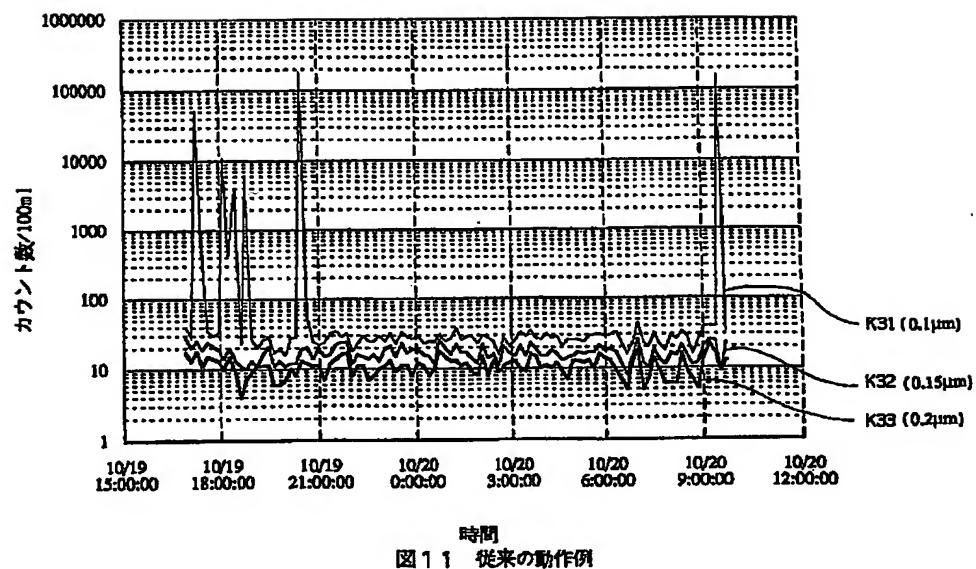


図6 従来の構成

【図11】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**